

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-002740

(43)Date of publication of application : 07.01.1992

(51)Int.Cl.

C22C 21/02

(21)Application number : 02-102078

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD
SHOWA DENKO KK

(22)Date of filing : 18.04.1990

(72)Inventor : UENO KANJI
TABATA SHIGEO
SHIAKU NORIYUKI
ITO TADANAO
SEKIGUCHI TSUNEHISA
KONDO RYOICHI

(54) ALUMINUM ALLOY FOR FORGING

(57)Abstract:

PURPOSE: To manufacture an Al alloy for forging having heating discoloration resistance by incorporating specified ratios of Si, Cu, Mg, Mn, Sb, Be and B into Al.

CONSTITUTION: An Al alloy contg., by weight, 9 to 11% Si, 2 to 4% Cu, 0.3 to 0.6% Mg, 0.3 to 0.6% Mn, 0.1 to 0.5% Sb, 0.001 to 0.2% Be, 0.02 to 0.05% B and the balance Al with impurities is prepd. In this way, the Al alloy for forging combinedly provided with wear resistance, machinability and heating discoloration resistance can be obtd.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-2740

⑬ Int. Cl.⁸
C 22 C 21/02

識別記号 庁内整理番号
8928-4K

⑭ 公開 平成4年(1992)1月7日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全6頁)

⑮ 発明の名称 鍛造用アルミニウム合金

⑯ 特 願 平2-102078

⑰ 出 願 平2(1990)4月18日

⑱ 発 明 者 上 野 完 治 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社
⑱ 発 明 者 田 端 茂 夫 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社
⑱ 発 明 者 塩 飽 紀 之 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社
⑱ 発 明 者 伊 藤 忠 直 福島県喜多方市字慶徳道下5067-1
⑲ 出 願 人 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
⑲ 出 願 人 昭和電工株式会社 東京都港区芝大門1丁目13番9号
⑲ 代 理 人 弁理士 寺 田 賢

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

鍛造用アルミニウム合金

2. 特許請求の範囲

1. 重量で、Si 9-11%、Cu 2-4%、Mg 0.3-0.6%、Mn 0.3-0.6%、Sb 0.1-0.5%、Be 0.001-0.2%、B 0.02-0.05%を含み、残部 Al 及び不純物からなり、耐加熱変色性を有することを特徴とする鍛造用アルミニウム合金。

2. 重量で、Si 9-11%、Cu 2-4%、Mg 0.3-0.6%、Mn 0.3-0.6%、Zn 0.05-1.5%及び/又は Pb、Sn、Bi の各 0.1-1.0%、合計 2.0%以下、Be 0.001-0.2%、B 0.02-0.05%を含み、残部 Al 及び不純物からなり、耐加熱変色性を有することを特徴とする鍛造用アルミニウム合金。

3. 重量で、Si 9-11%、Cu 2-4%、Mg 0.3-0.6%、Mn 0.3-0.6%、Sb 0.1-0.5%と Zn 0.05-1.5%及び/又は Pb、Sn、Bi の各 0.1-1.0%、合計 2.0%以下、Be 0.001-0.2%、B

0.02-0.05%を含み、残部 Al 及び不純物からなり、耐加熱変色性を有することを特徴とする鍛造用アルミニウム合金。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は鍛造用アルミニウム合金に関するものであり、さらに詳しく述べるならば、近年、車輛などの産業機械部品の軽量化指向に対応した高強度アルミニウム合金であって、かつ耐摩耗性、切削性および耐加熱変色性を兼備した鍛造用アルミニウム合金に関するものである。

〔従来技術〕

従来、高強度および耐摩耗性が要求される鍛造用アルミニウム合金として Al-Si 系共晶合金が一般に使用されており、その代表的なものは Al-Si 共晶合金に Cu、Mg、Ni 等を添加した JIS A4032 合金がある。近年、性質の改良の要請がますます高まっているため Al-Si 系共晶合金を改良するための多くの提案がなされている。

特公昭53-20242号公報によると、CuとMgを添

加した Al-Si 共晶合金溶湯を急冷することによって、高温強度、耐摩耗性、切削性を兼備したアルミニウム合金が公知である。またこの合金は押出等の予備加工を経ることなく鑄塊状態のままで鍛造加工することが可能である。

特公昭53-20243号公報によると、Al-Si 共晶合金に添加するCuとMgの量比を特定するとともに共晶組織におけるシリコン結晶を微細粒子状にすることによって塑性加工性を高める提案がなされている。

また、(A) 特開昭62-149839号公報によると、JIS A4032 合金の特性、とくに強度を改善するために、1.5~3.0 % Cu、0.1~1.5 % Mn、

0.2~1.5 % Mgなる組成に、0.05~1.0 % Sbを添加する提案がなされている。この公報の説明では、SbはCuの影響により粗大化し易い初晶Siと共晶のSiの微細化を図る作用があると述べられている。

さらに、(B) 特開昭62-44548号公報によると、Cu単独もしくはCuとMgを添加した Al-Si 共晶合金に、切削性および耐焼付性を改善するため

Pb、Sn、Bi含有合金では灰色又は暗灰色に変色し、アルミニウム合金本来の光彩を失い汚染色によって鍛造品の商品価値を損なう。

さらに、変色を呈したアルミニウム合金の表面は合金本来の耐摩耗性、耐焼付性などの表面特性が損なわれる傾向がある。したがって、商品価値を保ちまた表面特性の劣化を防ぐため変色鍛造品は数10 μ m ~ 数100 μ m の深さで表面研磨、切削して変質層を完全に除去するかあるいは外観だけが問題になるときは酸洗浄処理等が必要になっている。このような処理はコストが高むのみでなく処理した鍛造製品でも使用中発熱、加熱環境に置かれると再び変色してしまうため本質的解決策が求められている。

また、上記した特公昭53-20242号および20243号公報で公知のような組織微細化によりAl-Si共晶合金の鍛造性は著しく改良され、Sb等の共晶微細化剤を添加しなくとも微細共晶組織の合金が得られるので、Sb特有の汚染色は生じないが、再生塊を使用してAl-Si系共晶合金を溶製すると不可避的不純物による汚染色が生じる。

にPb、Sn、Biを同時添加する提案がなされ、また(c) 特開昭62-86142号公報によるとCu、Mgを添加したAl-Si共晶合金に、耐磁気テープ摩耗性を改善するためにZnを添加する提案がなされている。

〔発明が解決しようとする課題〕

上述のように、(A)の合金では少量のSbの添加により連続鍛造塊の共晶Si粒子が微細化され初晶Siの晶出が抑制され、それによって強度、耐摩耗性、鍛造性が改善され、また上記(B)の合金ではPb、Sn、Biの添加により切削性、耐焼付性の改善が図られる。さらに上記(c)の合金ではZnの添加により機械的強度や耐磁気テープ摩耗性が改善される。しかしながらこれらの効果にも拘わらずこの種の合金には共通した欠点が内在し、その解決が求められている。

すなわち、上記の如き Al-Si-Cu-Mg系合金は熱間鍛造もしくは冷間鍛造された後にT6等の加熱処理を施されるが、大気雰囲気中で実施されるこの熱処理においてSb含有合金では黒色に、Zn、

すなわち、この場合は同一部品でもZn、Pbなどの不純物の種類や量により色彩がまちまちになり、商品価値を著しく損ねていた。また、更に鍛造性を向上させるためには、マクロ組織の微細化が必要であった。

本発明は上記の現状に鑑み、強度、耐摩耗性、切削性、鍛造性等が改良されてきたAl-Si系共晶合金のすぐれた特性を維持しつつ、特に鍛造工程、熱処理工程あるいは使用中の熱的環境において変色がなく合金本来の美しい光彩を保有するとともに表面特性の劣化がなく、しかもマクロ組織を微細にすることにより鍛造加工性をさらに改良して割れの発生も低減しうるAl-Si-Cu-Mg系鍛造用合金を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

本発明の第1は、重量で、Si 9-11%、Cu 2-4%、Mg 0.3-0.6%、Mn 0.3-0.6%、Sb 0.1-0.5%、Be 0.001-0.2%、B 0.02-0.05%を含み、残部Al及び不純物からなり、耐加熱変色性を有することを特徴とする鍛造用アルミニウム

合金であり、

本発明の第2は、重量で、Si 9-11%、Cu 2-4%、Mg 0.3-0.6%、Mn 0.3-0.6%、Zn 0.05-1.5%及び/又はPb、Sn、Biの各0.1-1.0%、合計2.0%以下、Be 0.001-0.2%、B 0.02-0.05%を含み、残部Al及び不純物からなり、耐加熱変色性を有することを特徴とする鍛造用アルミニウム合金であり、

本発明の第3は、重量で、Si 9-11%、Cu 2-4%、Mg 0.3-0.6%、Mn 0.3-0.6%、Sb 0.1-0.5%とZn 0.05-1.5%及び/又はPb、Sn、Biの各0.1-1.0%、合計2.0%以下、Be 0.001-0.2%、B 0.02-0.05%を含み、残部Al及び不純物からなり、耐加熱変色性を有することを特徴とする鍛造用アルミニウム合金である。

本発明合金の成分範囲限定の根拠について以下述べる。

ケイ素はアルミニウム合金マトリックスの強化に役立つばかりでなく、Al-Siの共晶組織を形成し、耐摩耗性を向上させる。

耐摩耗性が不十分であり、一方、0.6%を超えると鍛造加工性が悪くなるとともに、熱処理後の変色に影響を与える。

マンガンは、固溶強化と時効硬化により強度及び耐摩耗性を高めるが、0.3%未満では効果が少なく、0.6%を超えると粗大な金属間化合物を晶出し易くなり、鍛造加工性を著しく損なうことになる。

ボロンはマクロ組織を微細均一化し、鍛造時の圧縮強度を増す効果があるが、0.02%未満ではその効果が十分でなく、0.05%を超えると効果は飽和されてしまう。

第1および第3の発明の合金において含有されるSbは共晶組織のSi結晶粒を微細化する。

特に冷却速度の遅い太径ピレットでは、共晶Siの粗大化が起こり易いため、強度、耐摩耗性が低下する傾向がある。これを防止するためにSbの添加は有効であるが、Sb含有量が0.1%未満ではその効果が少ない。一方、Sb含有量が0.5%を超えると、Sbを含む金属間化合物を晶出し、鍛造加工

本発明の含有量範囲であるSi 9-11%では、鍛造合金のほぼ全体に共晶Siが分布し、耐摩耗性を高め、また粗大な初晶Siが少ないので鍛造加工性及び切削性も良好である。

一方、Si含有量が9%未満では、共晶Siの割合が減少し、鍛造加工性は良好となるが、耐摩耗性がやや劣る。Si含有量が11%を超えると、耐摩耗性がより向上するが初晶Siが多くなるので鍛造加工性が劣化する。

銅は、アルミニウム合金に熱処理性を付与し、高強度を得るために必要な元素である。Cuはその含有量が2%未満では強度が得られず、一方、4%を超えると、耐摩耗性が損なわれるとともに、初晶Siが生成し易くなり鍛造加工性も損なわれる。

マグネシウムは、アルミニウム中に固溶し、合金基質の強化に役立つとともに、熱処理によってMg₂Siの金属間化合物となって強度、耐摩耗性向上に寄与する。しかしMg含有量が0.3%未満では、固溶強化と時効硬化が不足するため強度およ

性が劣化する。さらに、Zn、Pb、Sn、Biなどの再生鋳塊のアルミニウム合金に含まれる元素が不可避免的な不純物として第1の発明合金中に多量に含有される場合は、これら不純物とSbの相乗作用により光輝性が失われ、後述のBe添加を行なっても光輝性の回復が難しいので、Sbの含有量の上限は0.5%とする。なお、Zn、Pb、Sn、Biなどの元素は、通常は不純物であり添加の必要の無いものであるが、再生塊の使用によりあるいは、これらを含む合金の溶製後本発明の合金を溶解すると炉内汚染によりかなりの量まで増加する。

第2発明の合金はSbを含有せず、Zn、Pb、Sn、Biの少なくとも1種を切削性改善成分として含有する。しかし、Zn 0.05%以上、Pb、Sn、Bi計0.1%以上では、先に述べたSbの添加なしでもアルミニウムの持つ本来の光輝性が失われる。

また、Znの含有量は1.5%を超えると鍛造性及び機械的強度が低下し、Pb、Sn、Biの含有量は各1.0%、合計2.0%を超えると耐摩耗性が損なわれ、また光輝性を回復することができないの

で、Zn、Pb、Sn、Biの含有量の上限はこれによって定まる。

第2発明の合金においては、前掲特公昭53-20243号に開示された冷却速度の大きい連鋳法により細径鋳塊を製造することによって、太径ピレットでのSb添加品と同等以上の共晶Siの微細化が可能である。

第1～第3発明の合金に添加されるベリリウムはアルミニウム合金の高温熱処理時に表面が変色する現象を抑制する働きがあるが、Be含有量が0.001%未満では、この効果を達成できず、0.2%を超えると、機械的性質、特に靱性を低下させる。

〔作用〕

Mgを含有するアルミニウム合金が酸化雰囲気中で加熱されると、深さが数10 μ m～数100 μ mの合金表面で酸化反応が起こりスピネル $Al_2O_3 \cdot nMgO$ が生成することが知られている。

アルミニウム合金がさらに、Sb、Zn、Pb、Sn、Bi等を含有すると、これらの元素が酸化物として

あるいは金属状態でスピネルと化合して、これらが表面の汚染物質となるものと考えられる。

したがって、酸化反応生成物の種類によって加熱後のアルミニウム合金は種々の色に変色する。本発明が特徴とするBeは、Al合金表面において極めて薄い皮膜を形成してAl合金を被覆し酸素との反応と、これによるスピネルの形成を妨げると推測される。

〔実施例〕

以下、実施例により本発明を詳細に説明する。

実施例1

表1に示す組成の合金を50mm ϕ に連続鋳造し、この鋳造棒を350～450℃にて加熱し約60%の加工率の鍛造加工を、600トンハンマーで行なった。

その後、灯油バーナー炉で530℃にて溶体化処理を行なった後、表面の色を観察した結果を表2に示す。

(以下余白)

表 1 合金組成

	NO.	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Be	Sb	Pb	Sn	Bi	Zn	B
発 明 合 金	1	10.6	0.2	2.8	0.5	0.5	0.005	0.1	—	—	—	—	0.025
	2	10.3	0.2	3.0	0.5	0.6	0.003	—	0.05	0.06	0.03	0.06	0.030
	3	10.4	0.2	3.0	0.5	0.6	0.01	0.2	—	—	—	—	0.032
	4	10.2	0.2	3.0	0.5	0.5	0.01	—	0.15	—	—	—	0.027
	5	10.3	0.2	3.1	0.5	0.5	0.01	—	—	0.22	—	—	0.022
	6	10.2	0.2	3.0	0.5	0.5	0.01	—	—	—	0.20	—	0.025
	7	10.1	0.2	3.3	0.5	0.5	0.01	—	—	—	—	0.30	0.024
	8	10.5	0.2	3.0	0.5	0.5	0.02	—	0.10	0.20	0.20	0.11	0.025
比 較 合 金	9	10.6	0.2	2.8	0.5	0.5	—	0.1	—	—	—	—	—
	10	9.7	0.2	3.1	0.4	0.6	—	0.2	0.10	0.03	—	0.01	—
	11	10.3	0.2	3.0	0.5	0.6	—	—	0.05	0.06	0.03	0.06	—

表 2 表面色

	NO.	加熱処理後の色
発 明 合 金	1	金属光沢、淡灰色
	2	金属光沢、銀灰色
	3	金属光沢、淡灰色
	4~7	金属光沢、銀灰色
	8	金属光沢、淡灰色
比 較 合 金	9	灰色、黒色
	10	黒色
	11	灰色

びMnの添加により高強度、耐摩耗性を発揮する。またB添加によりマクロ組織の微細化をはかり鍛造性を高めている。これらの共通元素に加えて第1の発明合金においてはSbの添加により、共晶Siをさらに微細化し上記性能を向上することができる。

第2の発明の合金は、Zn、Pb、Sn、Bi等が不純物として混入することを許容するので、再生塊の使用により原料コストを低減することができる。第3発明の合金は、Sbを含有し、さらにZn、Pb、Sn、Bi等を不純物として混入することを許容するので、前記二つの発明の効果を同時に奏する。

(3) 本願第1～第3発明によれば、熱処理等の加熱過程を経た鍛造製品表面には変質組織がなく、 α -Al、共晶Si、Mg₂Si、Sbの金属間化合物などの共晶Al-Si系合金本来の組織から構成される。また、Mg、Sb等の添加元素が、スピネルなどとして失われず所望の特性を発揮するため、耐摩耗性上重要な表面特性がすぐれた金属が得られる。

実施例2

表1のNO.1の組成の発明合金とNO.9の比較合金により直径50mmφの細径連続鍛造棒を作製し、これを490℃で均質化処理した後直径45mmφの据え込み試験片に成形加工した。油圧プレスにより400℃において据え込み鍛造を行なった。加工率を変えて種々なる加工率において据え込み鍛造試験を実施した結果、試験片NO.1は加工率92%まで割れが発生しなかったが、試験片NO.9は加工率84%以上で割れが発生した。

〔発明の効果〕

(1) 第1～第3発明によれば、鍛造品は熱処理等の加熱環境を経ても黒色、灰色等の汚染色を呈することがなく金属光沢を有し、製品の価値を高める。また、金属光沢の喪失に伴って起こる製品表面の変質もなくなるので、表面を研磨等で除去することが不必要になり、歩留まり低下が避けられ、さらに酸洗等による金属光沢回復の処理も不必要になるのでコスト上昇要因が除かれる。

(2) 第1～第3の発明の合金はSi、Cu、Mg及

(4) バリが出易い形状のものの鍛造を行なう場合には第1～第3発明の合金はバリから内部に入る割れを低減するのに役立つ。

特許出願人 日産自動車株式会社

昭和電工株式会社

代理人 弁理士 寺田 賢

第1頁の続き

②発 明 者 関 口

常 久

神奈川県横浜市神奈川区神之木台43-13

②発 明 者 近 藤

良 一

神奈川県横浜市保土ヶ谷区上菅田町431